

Project brief 2

プロジェクト紹介

相馬福島道路（霊山～福島）における事業促進業務の取り組みについて — (仮) 桑折高架橋の高耐久化 —

松本 隆宏

MATSUMOTO Takahiro
セントラルコンサルタント株式会社
東北支社
技術第1部 事業マネジメントグループ
グループ長



太田 雅人

OHTA Masato
セントラルコンサルタント株式会社
東北支社
技術第1部 事業マネジメントグループ
主任技師



はじめに

相馬福島道路は、常磐自動車道と東北自動車道を結ぶ、約45kmの高規格幹線道路(自動車専用道路)であり、東日本大震災からの早期復興を図るリーディングプロジェクトに位置づけられています。本道路が復興支援道路として緊急整備されることにより、被災地と内陸部の連携が強化されることから、早期完成を目指して整備が進められています。

復興道路・復興支援道路(総延

長約223km)は、東日本大震災後に新規事業化されました。限られた時間の中で、膨大な業務(調査・設計、協議・調整、用地取得等)を従前どおりに発注者だけで実施することは困難なため、PPP(パブリック・プライベート・パートナーシップ)が導入されました。官民双方の技術・経験を活かしながら効率的なマネジメントを行うことにより、事業の促進を図るものです。

ここでは、当該事業のうち、橋梁

の高耐久化に向けた取り組みについて紹介します。PPPとして、情報収集、対策工の提案及び施工への反映を行い、発注者と施工者の橋渡しの役割も担いました。

高耐久化の取り組みの背景

当該事業は、復興道路・復興支援道路であり、短期間で多数のコンクリート構造物を構築する必要があります。従って、将来同一時期に多数の構造物の補修が必要とならないよう、施工中に生じる初期の不具

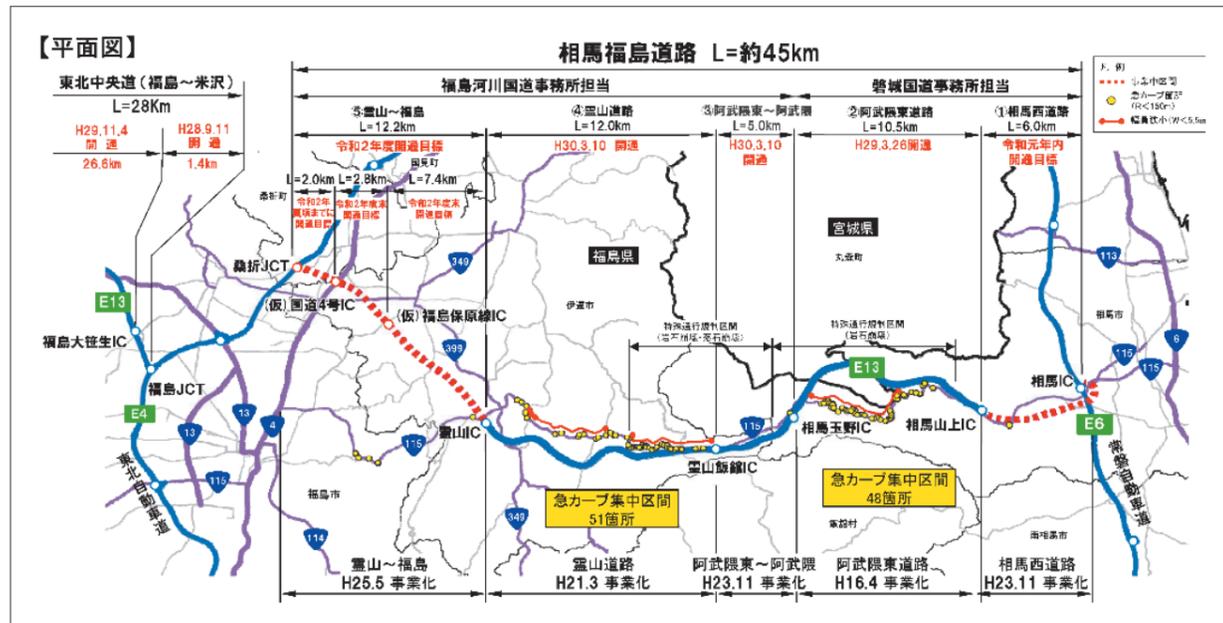


図1 位置図

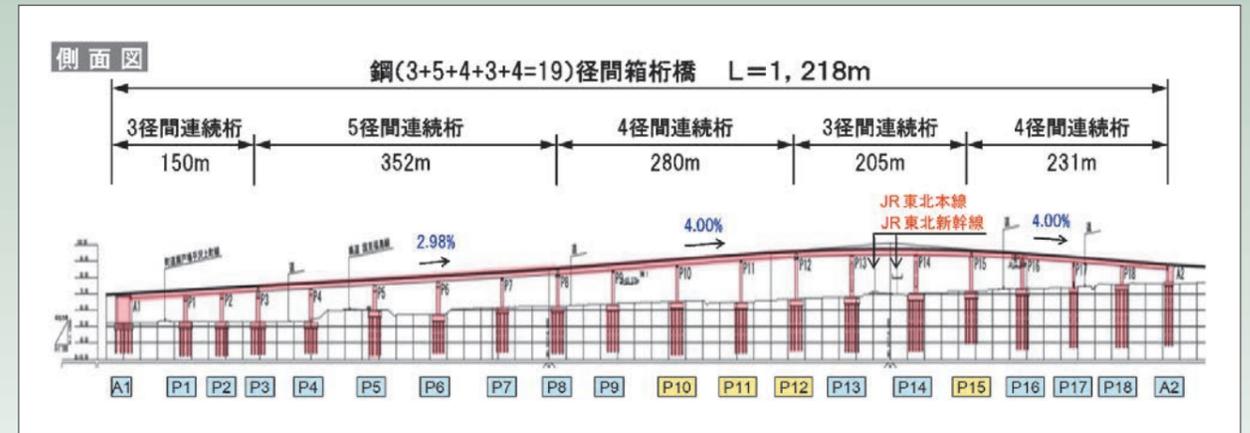


図2 桑折高架橋側面図



写真1 鉄骨複合構造

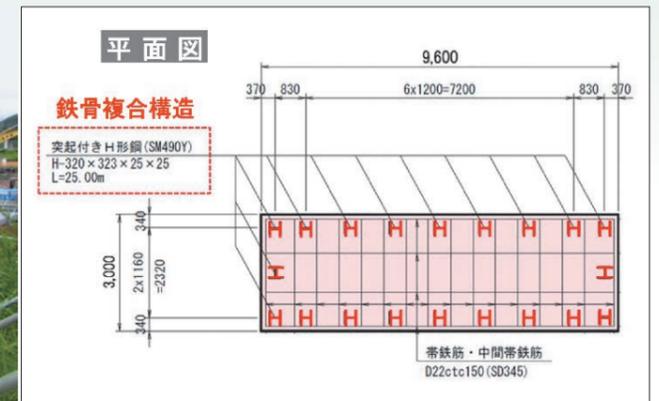


図3 鉄骨複合構造平面図

合抑制が課題となります。また、東北地方特有の厳しい環境下(塩害、凍害)におけるコンクリート構造物の劣化対策も課題となります。これらの課題に対しては、コンクリート構造物の高耐久化が必要となります。

ここでは、その一部、(仮) 桑折高架橋(以下、桑折高架橋)の高耐久化を取り上げます。

桑折高架橋の概要

桑折高架橋は、橋長1,218mと相馬～福島間で一番長い橋になります(図2)。上部構造は、鋼19(3+5+4+3+4)径間連続箱桁橋です。下部構造は、逆T式橋台、壁式橋脚、鋼製橋脚で、基礎構造は、場所打ち杭となっています。

桑折高架橋は、相馬福島道路と東北自動車道が接続する桑折JCTから約500m東側に位置します。JR東北本線及び東北新幹線を跨ぐ橋となるため、地上高は高いところで約30mになります。

18基ある橋脚構築においては、コンクリートの高耐久化とともに施工のスピードも求められたため、JR部及び鋼製橋脚を除く橋脚については、鉄骨複合構造の採用により省力化を図りました(写真1、図3)。

コンクリートの高耐久化における課題と対策

これまでの既設橋台や橋脚の診断結果によると、大多数が10年以内に補修が必要との報告がありました。劣化原因としては、ひび割れ

及び凍害が考えられます。従って、今回の検討においては、温度応力によるひび割れ対策及び凍害対策に加えて、コンクリート表面品質の向上検討を行いました。

先行して工事が発注された中からP10橋脚について、上記の対策を実施した上で、妥当性を確認し、次工事以降の方針を決定しました(図4)。

温度応力によるひび割れ対策

桑折高架橋の橋脚は、鉄骨複合構造を用いたマス(質量や体積の大きい)コンクリートのため、温度ひび割れが懸念されました。温度応力解析を行った結果、外部拘束によるひび割れの可能性が確認され、対策が必要となりました。許容ひび割れ幅を0.2mm以下とするよう、ひび

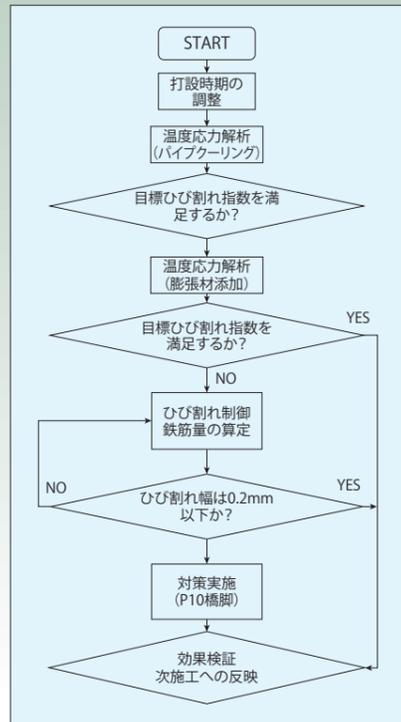


図4 温度応力によるひび割れ対策フロー

割れ抑制鉄筋を追加（構造鉄筋となる帯鉄筋、中間帯鉄筋の鉄筋径（D22）及び配筋間隔（基本ピッチ@150又は倍ピッチ@300）しました（図5）。さらに膨張材の添加、打設後のコンクリートの内外温度差が大きくなることから、パイプクーリングによる温度抑制を行うこととしました。但し、寒中コンクリートでは凍結防止のためパイプクーリングは実施しないこととしています。

・凍害対策

耐凍害性の向上を目指し、目標空気量を独自に設定しました。現在のJIS規格では、空気量を3～6%としています。塩分環境下では、空気量が少ないと十分な耐凍害性が期待できないことが知られています。そこで、空気量の下限値を高く設定（目標空気量を5～6%）し、膨張材を添加することにより耐凍害性の向上を図ることとしました。

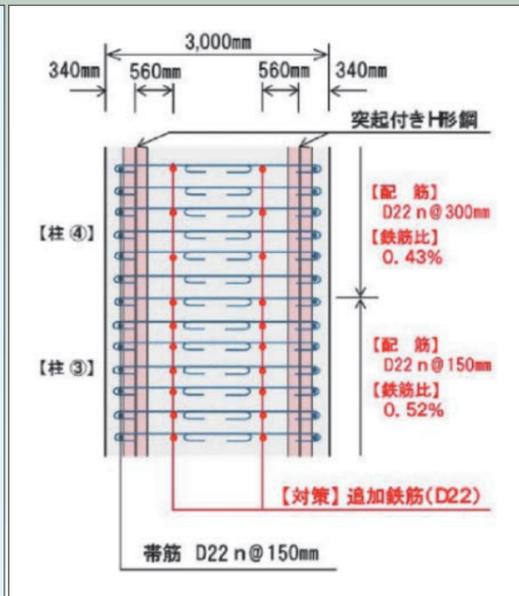


図5 追加鉄筋（赤）の配置計画

・コンクリート表面品質

透水型枠の使用や保温・保湿養生シートを用いた養生期間の延長を実施しました（図6）。また「①表面目視評価」「②表面透気試験」「③表面吸水試験」を行い、コンクリートの表面品質について確認しました。

- ① 表面目視評価とは、各リフトのコンクリート打設後に「沈みひび割れ、表面気泡、打ち重ね線、型枠継ぎ目のノロ漏れ、砂すじ」について評価し、次リフトで良好なコンクリートを施工することを目指しています。
- ② 表面透気試験（トレント試験）とは、コンクリート表面を真空状態にし、気圧が回復するまでの時間から次元方向の表面コンクリートの透気性を評価する手法です。表面透気係数が小さいほど表面が緻密であることを意味します。
- ③ 表面吸水試験（スワット試験）とは、コンクリート表面で吸水速度を測定するものであり、吸水速度が小さいほどコンクリートが緻

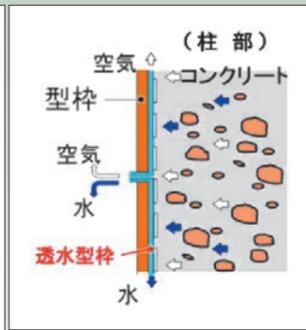


図6 透水型枠の概念図

密であることを意味します。

■ P10 橋脚先行工事の対策結果

前述の対策を具体的に実施する際に、6リフトに分割し、リフトごとにシートの使い分け（土木シート、湿潤シート、保温・湿潤シート）、ひび割れ抑制鉄筋の使い分け（鉄筋ピッチ）、膨張材使用の有無、パイプクーリングの有無の条件を変えて、その効果を確認しました。

- ・ひび割れに対して
ひび割れ抑制鉄筋が入っていない柱の第2リフトにおいて、鉛直方向のみに軽微なひび割れ（ひび割れ幅0.04mm）が確認されました。膨張材の添加とコンクリート温度の制御だけではひび割れ発生を十分に抑制できず、ひび割れ抑制鉄筋が有効であることが分かりました。
- ・凍害対策に対して
空気量は4.5～6%とほぼ目標値で施工ができたため、耐凍害性は向上しました。
- ・コンクリートの表面品質に対して
表面目視評価の結果は、目視評

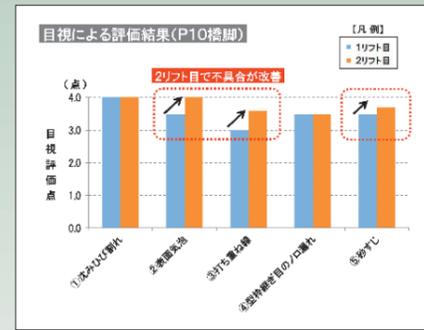


図7 表面目視評価（打設：1リフト目/2リフト目）

価点が3点以上で良好な結果となりました。第1リフトで、若干の不具合がありました。第2リフトでは表面気泡、打ち重ね線、すずじなどの不具合を改善することができ、さらなる品質向上につながりました（図7）。表面透気試験は優から一般の判定となり、透気係数が1を超える劣の判定箇所はなく、良好な結果となりました（図8）。表面吸水試験についても良好から標準の結果となり、不良箇所はなかったため、緻密性に優れることが確認できました（図9）。養生方法は、品質向上に対して、有効という結果になりました。

■ 次工事以降の対策工

以上のことから、先行工事の結果を受けて以下の対策方針としました（図10）。

柱の第1リフトは、温度応力解析結果により、抑制鉄筋D22@150かつ膨張材添加としました。また、パイプクーリングは実施しないこととしました（各工事のコンクリート打設時期を考慮）。柱の第2～6リフトは、柱の第4リフトにおいて、抑制鉄筋D22@300かつ膨張材無しでひび割れ発生が確認できなかったため、この対策を採用しました。

■ おわりに

現在、コンクリート上部工（RC床

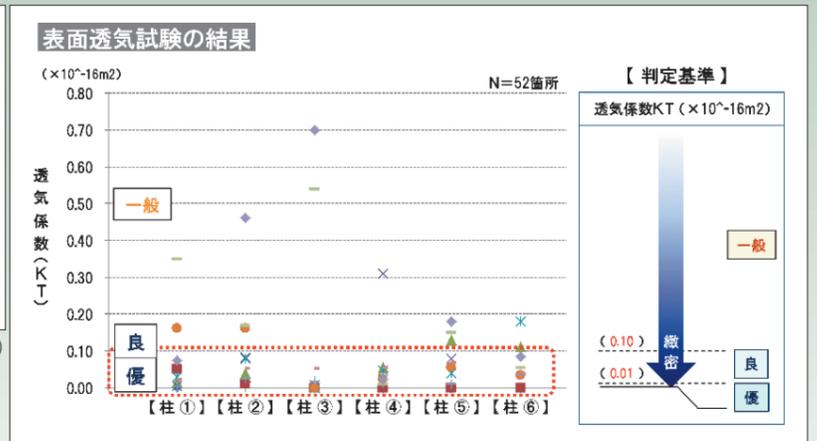


図8 P10 橋脚 表面透気試験の結果

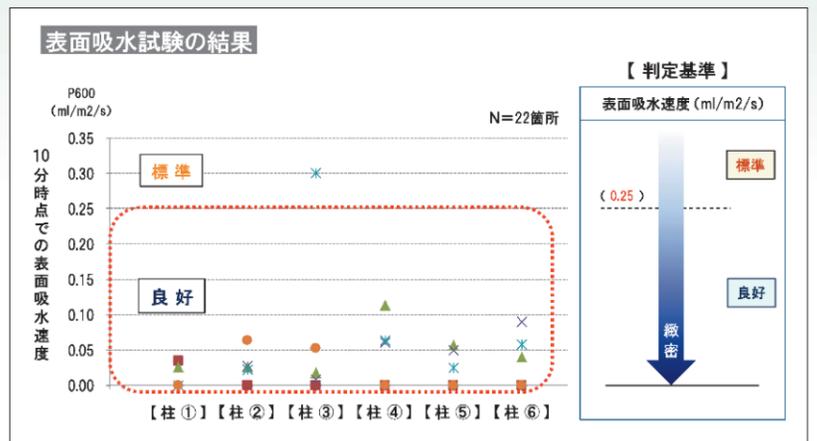


図9 P10 橋脚 表面吸水試験の結果

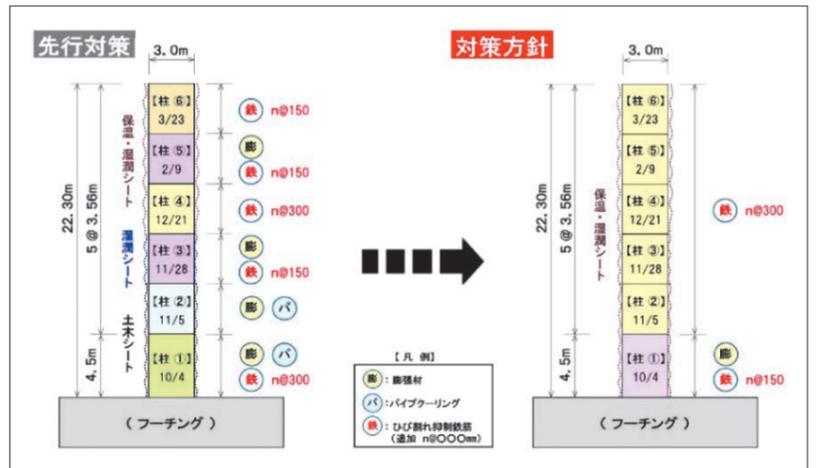


図10 下部工対策方針図

版含む）及び橋梁付属物についての高耐久化を実施しているところです。設計・施工両面より高耐久化に向けての取り組みが出来たことが貴

重な経験でした。

<資料提供>
国土交通省 福島河川国道事務所